

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-159304

(43) 公開日 平成8年(1996)6月21日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

F 1 6 K 3/08

3/36

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平6-297222

(22) 出願日 平成6年(1994)11月30日

(71) 出願人 000006633

京セラ株式会社

京都府京都市山科区東野北井ノ上町5番地の22

(72) 発明者 長崎 浩一

鹿児島県国分市山下町1番1号 京セラ株式会社鹿児島国分工場内

(72) 発明者 三原 順

鹿児島県国分市山下町1番1号 京セラ株式会社鹿児島国分工場内

(72) 発明者 越田 充彦

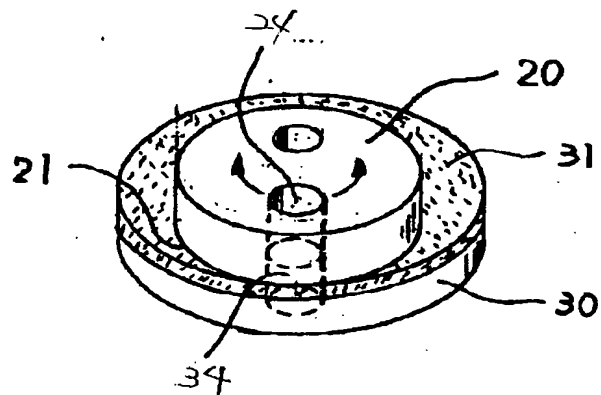
鹿児島県国分市山下町1番1号 京セラ株式会社鹿児島国分工場内

(54) 【発明の名称】 ディスクバルブ

(57) 【要約】

【構成】互いに摺動する弁体のうち、一方の弁体の摺接面を非晶質硬質炭素膜により形成し、他方の弁体の摺接面をポリアミドイミド (PAI)、ポリイミド (PI)、あるいはポリフェニレンサルファイド (PPS)、ポリエーテルエーテルケトン (PEEK)、ポリアミド (PA)、四ふっ化エチレン樹脂 (PTFE)、ポリアセタール (POM)、ポリフェニレンオキサイト (PPO)、ポリカーボネイト (PC) などのロックウェル硬度100以上を有する樹脂により形成する。

【効果】双方の摺接面が持つ自己潤滑作用の相乗効果により、双方の弁体を摩耗させず、また、水漏れや異音を発生させることなく、滑らかな摺動特性を長期間にわたり得ることができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】弁体同士を摺動させてなるディスクバルブにおいて、一方の弁体の摺接面を非晶質硬質炭素膜により形成するとともに、他方の弁体の摺接面がロックウェル硬度 100 以上を有する樹脂により形成されてなるディスクバルブ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、フォーセットバルブや薬液用バルブなどに使用されるディスクバルブに関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】従来、フォーセットバルブや薬液用バルブなどのディスクバルブは、バルブ本体内に収納した固定弁体に対して可動弁体を摺接させた状態で配置し、該可動弁体を操作レバーでもって相対移動させることにより、各弁体に穿設された流体通路の開閉を制御し、供給流体の調整や温水と水との切り替え、あるいは混合等を行うようになっていた。

【0003】また、このようなディスクバルブに対しては、水漏れがなく耐食性に優れるとともに、長期間の摺動においても異音の発生や摩耗が少なく、また、滑らかな摺動特性を備えることが要求されていることから、今日ではディスクバルブを構成する弁体を、耐食性、耐摩耗性に優れ、且つ高い寸法精度が得られるセラミックスにより形成したものが提案されている。

【0004】しかし、一般にセラミックスは自己潤滑性に劣る場合が多く、セラミックスからなる弁体同士の摺動では滑らかな摺動特性が得難いことから、摺接面間にシリコングリスなどの潤滑剤を塗布した状態で使用されている。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】ところが、上記ディスクバルブのように、摺接面間に潤滑剤を介在させたものでは、数千回程度の摺動により潤滑剤が流出してしまい、これに伴って弁体の操作力が増大してしまうとともに、さらに酷くなると摺動抵抗にバラ付きを生じるスティックスリップや弁体同士が引っ付いて動かなくなる疑着などの現象を生じ、弁体操作ができなくなるといった課題があった。

【0006】その為、セラミック製弁体との良好な摺動特性を長期間にわたり維持させるために、互いに摺動する少なくとも一方の弁体に非晶質硬質炭素膜を被覆したディスクバルブが提案されている（実開平 4-108654 号公報参照）。

【0007】しかし、このようなディスクバルブにおいても、双方の弁体が共に高硬度材からなるために、双方の摺接面を摩耗させてしまうといった課題があった。

【0008】しかも、非晶質硬質炭素膜は異材質からなる弁体との密着性がそれほど良くないために薄膜の状態

で被覆されており、その結果、高硬度を有するセラミック製の弁体との摺動により短期間で摩滅し、摺動抵抗を増大させるとともに水漏れを生じていた。

【0009】さらに、双方の摺接面は非常に平滑な面に仕上げられているために互いの摺接面を引っ掻き、この引っ掻きによりキーキーといった異音を生じるといった課題もあった。その為、人に不快感を与えてしまうなど、非晶質硬質炭素膜を被覆した弁体を組み合わせるディスクバルブにおいても未だ上述のような課題を満足することはできなかった。

## 【0010】

【課題を解決するための手段】そこで、本発明は上記課題に鑑み、互いに摺動する弁体のうち一方の弁体の摺接面を非晶質硬質炭素膜で形成するとともに、他方の弁体の摺接面をロックウェル硬度 100 以上を有する樹脂により形成してディスクバルブを構成したものである。

【0011】なお、上記ロックウェル硬度 100 以上を有する樹脂とは、ポリアミドイミド（PAI）、ポリイミド（PI）、あるいはポリフェニレンサルファイド（PPS）、ポリエーテルエーテルケトン（PEEK）、ポリアミド（PA）、四ふつ化エチレン樹脂（PTFE）、ポリアセタール（POM）、ポリフェニレンオキサイト（PPO）などの熱可塑性樹脂からなるものである。

【0012】さらに、本発明に係るディスクバルブの一方の摺接面を構成する樹脂として、上記樹脂材に充填材を混入した複合樹脂としたものであっても良い。

## 【0013】

【実施例】以下、本発明実施例を説明する。

【0014】図 1 は、本発明に係るディスクバルブの一例であるフォーセットバルブを構成する弁体のみを示す斜視図であり、固定弁体 30 と可動弁体 20 とを互いの摺接面 21、31 で接した状態としておいて、可動弁体 20 を動かすことにより、互いの弁体 20、30 に備えた流体通路 24、34 の開閉を行い、供給流体の調整や温水と水との切替え、あるいは混合などの制御をするようになっている。

【0015】また、上記固定弁体 30 は図 2 に示すように、高い機械的強度を有するとともに、耐蝕性に優れたステンレスや真鍮などの金属、あるいはアルミナ質、ジルコニア質、窒化珪素質、炭化珪素質などのセラミックスより形成した基体 32 の表面に非晶質硬質炭素膜 33 を被覆して摺接面 31 を構成してある。

【0016】ところで、基体 32 の表面に被覆する非晶質硬質炭素膜 33 とは、合成疑似ダイヤモンド膜、ダイヤモンドライクカーボン膜、DLC 膜、I-カーボン膜などと呼ばれる炭素膜のことであり、それ自体自己潤滑性を有するとともに、硬度がビッカース硬度（HV）で 3000~5000 Kg/mm<sup>2</sup> を有するものである。

【0017】また、上記固定弁体 30 をなす基体 32 を

構成する材質としては、ビッカース硬度が $1000\text{ Kg/mm}^2$ 以上を有する材質であることが好ましく、さらにはヤング率が $20000\sim45000\text{ Kg/mm}^2$ の範囲にあるものが良い。

【0018】さらに、上記基体32の表面は可動弁体20との摺動において水漏れを生じないようにするために平坦度 $3\mu\text{m}$ 以下、好ましくは $1\mu\text{m}$ 以下としてあり、また、非晶質硬質炭素膜33との密着性を高めるために面粗さを中心線平均粗さ(Ra)で $0.02\sim0.5\mu\text{m}$ の範囲で設けてある。即ち、中心線平均粗さ(Ra)が $0.02\mu\text{m}$ より小さいと、基体32の表面と膜33との間で十分なアンカー効果が得られないために密着力が弱くなり、摺動時に膜33の剥離を生じる恐れがあるからであり、逆に、中心線平均粗さ(Ra)が $0.5\mu\text{m}$ より大きくなると、摺接面31上に多数の鋭利な凸部が形成されるために可動弁体20を摩耗させ、さらには水漏れを生じてしまったためである。

【0019】また、非晶質硬質炭素膜33の膜厚Tが $0.1\mu\text{m}$ より小さくなると、膜33が短期間で摩滅してしまい、逆に非晶質硬質炭素膜33の膜厚Tが $2.0\mu\text{m}$ より大きくなると、成膜に膨大な時間を要するとともに、膜33内に残留する圧縮応力により膜33の剥離を生じる恐れがある。その為、非晶質硬質炭素膜33の膜厚Tは $0.1\sim2.0\mu\text{m}$ の範囲で被覆することが好ましい。

【0020】なお、基体32の表面に非晶質硬質炭素膜33を被覆する手段としては、PVD法やCVD法などの薄膜形成手段により得ることができる。

【0021】一方、可動弁体20は図3に示すように、基体22の全体をロックウェル硬度100以上を有する樹脂により形成してあり、このような樹脂としてポリアミドイミド(PAI)、ポリイミド(PI)、あるいはポリフェニレンサルファイド(PPS)、ポリエーテルエーテルケトン(PEEK)、ポリアミド(PA)、四ふっ化エチレン樹脂(PTFE)、ポリアセタール(POM)、ポリフェニレンオキサイト(PPO)などの熱可塑性樹脂が挙げられる。

【0022】これらの樹脂は軽量で耐蝕性に優れるとともに、自己潤滑作用を備えている。

【0023】その為、本発明では、自己潤滑性を有する摺接面21、31同士の摺動とすることができるため、これらの相乗効果により滑らかで安定した摺動特性を得ることができる。しかも、高硬度を有する非晶質硬質炭素膜33と、低硬度の樹脂との摺動にもかかわらず、双方の摺接面21、31を構成する材質の持つ自己潤滑作用の相乗効果により、低硬度の可動弁体20を摩耗させることがなく、また、固定弁体30の非晶質硬質炭素膜33を傷つけることもないため、長期間にわたり使用することができる。

【0024】さらに、可動弁体20を構成する樹脂は、

弾性変形させることができるため、固定弁体30と摺接させる際に若干押圧力を大きくして可動弁体20の摺接面21を変形させれば、摺接面21、31間に隙間を生じることがないため、水漏れを生じることもない。

【0025】また、基体22を構成する樹脂の硬度をロックウェル硬度で100以上としたのは、ロックウェル硬度が100未満であると、固定弁体30を摺接させた際に大きく変形して食い付いてしまうために、摺動抵抗が増大して良好な摺動特性が得られなくなるとともに、非晶質硬質炭素膜33からなる摺接面31との摺動において可動弁体20の摺接面21が傷付けられ、水漏れを生じる恐れがあるためである。なお、非晶質硬質炭素膜33からなる摺接面31との摺動においても可動弁体20の摺接面21に傷を生じないようにするためには上記硬度以外に、引張り強度が $5\text{ kg/mm}^2$ 以上を有する樹脂により基体22を構成することが好ましい。

【0026】また、上記樹脂に充填材を混入した複合樹脂により可動弁体20を構成することもでき、このような複合樹脂とすることで可動弁体20の耐摩耗性や自己潤滑性をさらに高めることができる。

【0027】例えば、充填材としてガラス繊維を用いれば、可動弁体20の耐摩耗性をさらに高めることができ、また、充填材として四ふっ化エチレン樹脂(PTFE)、 $\text{MoS}_2$ 、炭素繊維、グラファイトなどを用いれば、可動弁体20の自己潤滑性をさらに高めることができる。ただし、充填材の混入量は多くても60%までに留めて置くことが好ましい。

【0028】また、図3に示す可動弁体20では、基体22全体を樹脂により形成したが、図4に示すように、第1基体22を金属やセラミックスにより形成し、その表面上に上記樹脂からなる第2基体23を積層した可動弁体20としても良い。

【0029】なお、本発明実施例では、固定弁体30の摺接面31を非晶質硬質炭素膜33で形成し、可動弁体20の摺接面21をある特定の樹脂により形成したディスクバルブについて示したが、逆に、固定弁体30の摺接面31をある特定の樹脂により形成し、可動弁体20の摺接面21を非晶質硬質炭素膜33で形成したディスクバルブとしても構わない。

【0030】また、本発明実施例では、ディスクバルブの一例であるフォーセットバルブについてのみ示したが、他に薬液用バルブなどのディスクバルブとしても使用できることは言うまでもない。

【0031】〔実験例〕図5に示すようなフォーセットバルブを試作し、摺動特性について実験した。

【0032】本実験のフォーセットバルブを構成する固定弁体30は、基体32をアルミナセラミックスにより形成し、その表面に非晶質硬質炭素膜33を被覆して構成したものであり、上記アルミナセラミック製の基体32は、96%の純度を有するアルミナ粉末を出発原料と

し、これに $\text{SiO}_2$ を0.5重量%と $\text{MgO}$ と $\text{CaO}$ を各々0.2重量%ずつ添加し、さらにバインダーを加え、24時間攪拌後、スプレードライヤーにて平均粒子径 $3.7\mu\text{m}$ 程度のアリミナ造粒体を得た。そして、該造粒体を金型プレスによって所定の円盤状に成形したのち、酸化雰囲気中で約 $1600^\circ\text{C}$ の焼成温度にて焼成し、研削、研磨加工を施すことにより、外径 $32\text{mm}$ 、厚み $5\text{mm}$ 、平坦度 $1\mu\text{m}$ 以下の基体32を形成した。次に、上記基体32を真空チャンバー内の基板上にセットし、 $10^{-2}\text{Pa}$ の減圧下でブタン( $\text{C}_4\text{H}_{10}$ )ガスを導入しながらチャンバー内に組まれた電極間に高周波( $13.56\text{MHz}$ )を印加することにより、基体32の表面上に膜厚 $0.5\mu\text{m}$ 程度の非晶質硬質炭素膜33を被覆して固定弁体30を形成した。

【0033】なお、上記非晶質硬質炭素膜33を測定したところ、比抵抗 $10^8\Omega\text{cm}$ 、ビッカース硬度( $\text{Hv}$ ) $4000\text{kg/mm}^2$ であった。

【0034】一方、可動弁体20は、ロックウェル硬度100以上を有する樹脂としてポリフェニレンサルファイド樹脂(PPS)のみからなるもの、およびポリフェニレンサルファイド樹脂(PPS)を主体とし、該樹脂

に5体積%の炭素繊維を添加したものを用意するとともに、従来のアリミナセラミックスからなるものの3種類を用意し、それぞれ外径 $25\text{mm}$ 、厚み $7\text{mm}$ の円盤状をした基体22を形成し、そのあと研磨加工を施すことにより平坦度 $1\mu\text{m}$ 以下とした。

【0035】このようにして形成した双方の弁体20、30を図5に示すように、互いの摺接面21、31が接するようにケーシングによって軸力 $30\text{Kg f}$ の力で押さえつけながらフォーセット(給水栓)にセットし、 $80^\circ\text{C}$ の温水を $1\text{Kg/cm}^2$ の圧力で注入した状態のもとで、操作レバー40を操作するのに必要なレバー押し付け力をプッシュプルゲージで測定し、その値を操作レバー40の操作力とした。

【0036】ただし、本実験の評価基準は、15万回の摺動において操作力が $0.7\text{Kg f}$ 以下のものを優れたものとした。

【0037】双方の弁体の組み合わせは表1に、それぞれの結果は図6に示す通りである。

【0038】

【表1】

	No.	記号	固定弁体	可動弁体
本 発 明	1	◎	アリミナ基体+非晶質硬質炭素膜	PPS樹脂+充填材(炭素繊維)
	2	○	アリミナ基体+非晶質硬質炭素膜	PPS樹脂基体のみ
比 較 例	3	△	アリミナ基体+非晶質硬質炭素膜	アリミナ基体のみ
	4	□	アリミナ基体のみ	PPS樹脂基体のみ

※ PPS樹脂とはポリフェニレンサルファイド樹脂のことである。

【0039】図6より判るように、試料No. 4では、固定弁体30には非晶質硬質炭素膜33を被覆していないために可動弁体20を摩耗させ、6万回程度の摺動により操作力が $0.7\text{Kg f}$ より大きくなった。また、それ以降の摺動においては急激に操作力が増大し、最終的に操作力が $1.5\text{Kg f}$ まで増大した。

【0040】一方、試料No. 3では、固定弁体30に非晶質硬質炭素膜33が被覆してあるものの、可動弁体20がアリミナセラミックスからなるため、高硬質材同士の摺動となり、10万回の摺動で操作力が $0.7\text{Kg f}$ より大きくなり、それと同時にキーキーといった異音も発生した。また、試料No. 3では、4万回から12万回での摺動時において操作力にバラツキを生じた。

【0041】これに対し、試料No. 1および2の本発明に係るものでは、固定弁体30の摺接面31を非晶質硬質炭素膜33により形成し、可動弁体20の摺接面21をポリフェニレンサルファイド樹脂(PPS)またはこの複合樹脂により形成してあるために基準値を十分満足し、20万回の摺動においても $0.7\text{Kg f}$ 以下の操作力を維持することができ、さらに異音の発生も全くなかった。特に、試料No. 1では、可動弁体20を構成するポリフェニレンサルファイド樹脂(PPS)に炭素繊維を混入してあるため、可動弁体20の自己潤滑作用をさらに高めることができ、結果として初期の摺動特性を20万回の摺動においても維持することができた。

【0042】また、20万回摺動させたあと、試料N

o. 1 および 2 に係る可動弁体 20 の摺接面 21 の摩耗量を測定したところ、摩耗量は  $0.5 \mu\text{m}$  以下に過ぎず全く問題にならないレベルであった。

【0043】なお、上記可動弁体 20 をポリアミドイミド (PAI)、ポリイミド (PI)、ポリエーテルエーテルケトン (PEEK)、ポリアミド (PA)、四ふっ化エチレン樹脂 (PTFE)、ポリアセタール (POM)、ポリフェニレンオキサイド (PPO) などの他の樹脂により形成し、同様の実験を行ったが、いずれも本実験と同様の結果が得られた。

【0044】

【発明の効果】以上のように、本発明は互いに摺動する弁体のうち、一方の弁体の摺接面を非晶質硬質炭素膜により形成し、他方の弁体の摺接面をポリアミドイミド (PAI)、ポリイミド (PI)、あるいはポリフェニレンサルファイド (PPS)、ポリエーテルエーテルケトン (PEEK)、ポリアミド (PA)、四ふっ化エチレン樹脂 (PTFE)、ポリアセタール (POM)、ポリフェニレンオキサイド (PPO) などのロックウェル硬度 100 以上を有する樹脂により形成してディスクバルブを構成したことにより双方の摺接面が持つ自己潤滑作用の相乗効果により、低硬度の樹脂からなる摺接面を

摩耗させることがなく、また、水漏れや異音を生じることなく、非常に軽快な操作力を長期間にわたって得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明に係わるディスクバルブの一例であるフォーセットバルブの弁体のみを示す斜視図である。

【図 2】図 1 の固定弁体のみを示す斜視図である。

【図 3】図 1 の可動弁体のみを示す斜視図である。

【図 4】図 1 の他の可動弁体を示す斜視図である。

10 【図 5】実験装置として使用したフォーセットバルブの構造を示す斜視図である。

【図 6】摺動実験による操作レバーの操作回数と操作力との関係を示すグラフである。

【符号に説明】 20 可動弁体

21 摺接面

22 基体

24 流体通路

30 固定弁体

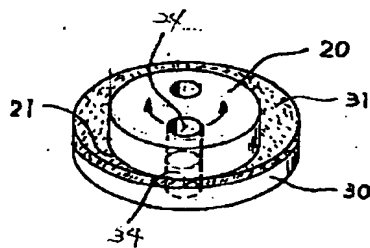
31 摺接面

32 基体

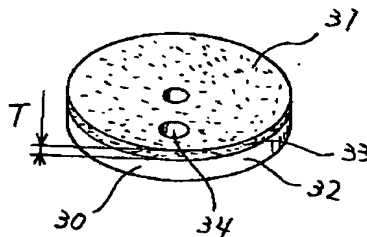
33 非晶質硬質炭素膜

34 流体通路

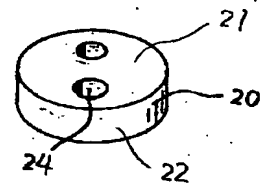
【図 1】



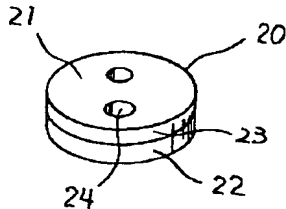
【図 2】



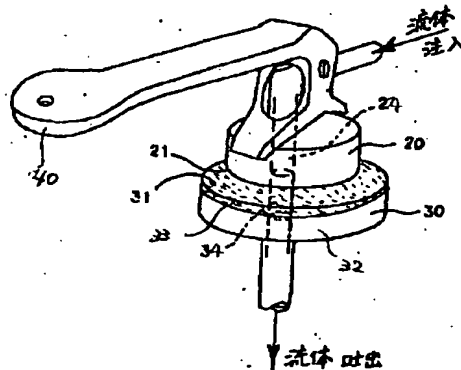
【図 3】



【図 4】



【図 5】



【図6】

